

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-250798

(43)Date of publication of application : 09.09.1994

(51)Int.Cl. G06F 3/08
G11C 16/06

(21)Application number : 05-035228 (71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH
CORP <IBM>

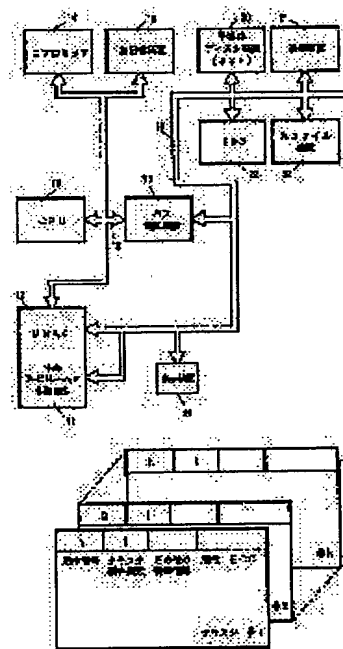
(22)Date of filing : 24.02.1993 (72)Inventor : NIJIMA HIDETO
ASANO HIDEO
SAKAGAMI YOSHIISA
TOYOOKA TAKASHI

(54) BATCH DELETE TYPE NONVOLATILE MEMORY AND SEMICONDUCTOR DISK
DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PURPOSE: To discriminate an invalid sector from a valid sector without using a method for overwriting by ensuring a cluster information sector in each cluster, applying a sequence number to the cluster so as not to be doubled, and writing the sequence number assigned to the cluster in the cluster information sector of each cluster.

CONSTITUTION: A batch delete type nonvolatile memory 20 can be deleted by each cluster unit, a cluster information sector is ensured in each of the N pieces of clusters, a sequence number is preliminarily applied to the N pieces of clusters so as not to be overlapped, and the sequence number of the cluster is written in the cluster information sector of each cluster. At the time of deleting a certain cluster, a controller 30 maintains the sequence number of the cluster at first, and at the time of initializing the deleted cluster, the controller 30 writes a value larger than the present maximum sequence number in the cluster information sector as the sequence number of the cluster. The controller 30 writes user data according to the sequence number of the physical address of the sector.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.11.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2856621

[Date of registration] 27.11.1998

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-250798

(43)公開日 平成6年(1994)9月9日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 6 F 3/08

G 1 1 C 16/06

識別記号

庁内整理番号

H 7165-5B

F I

技術表示箇所

6866-5L

G 1 1 C 17/ 00

3 0 9 C

審査請求 未請求 請求項の数15 OL (全 16 頁)

(21)出願番号

特願平5-35228

(22)出願日

平成5年(1993)2月24日

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレイション

INTERNATIONAL BUSIN
ESS MACHINES CORPO
RATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク (番地なし)

(72)発明者 新島 秀人

東京都千代田区三番町5-19 日本アイ・
ビー・エム株式会社 東京基礎研究所内

(74)代理人 弁理士 頓宮 孝一 (外4名)

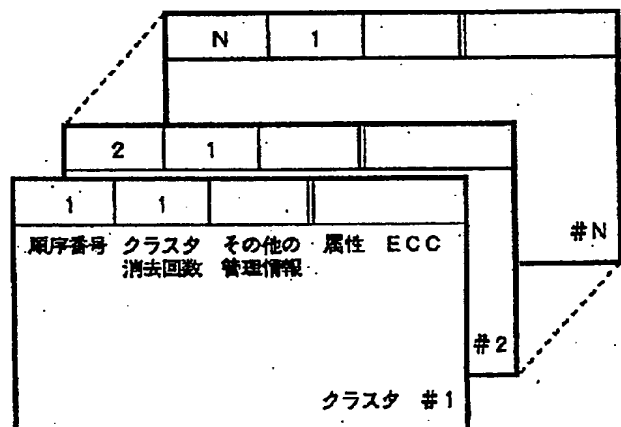
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 一括消去型不揮発性メモリおよびそれを用いる半導体ディスク装置

(57)【要約】

【目的】重ね書きの手法を用いなくても無効セクタと有効セクタとを見分けることが可能な一括消去型不揮発性メモリ及びそれを用いた半導体ディスク装置を提供すること。

【構成】一括消去型不揮発性メモリは、クラスタ単位で消去することが可能であり、N個のクラスタの各々にクラスタ情報セクタが確保され、予めN個のクラスタに対して重複がないように順序番号が与えられ、各クラスタのクラスタ情報セクタに当該クラスタに割り当てられた順序番号が書き込まれている。コントローラは、所与のクラスタを消去するとき、先に当該クラスタの順序番号を保管する。そして、所与の消去済みクラスタを初期設定するときには、現在の最大順序番号よりも大きな値を当該クラスタの順序番号としてそのクラスタ情報セクタに書き込む。このようにして初期設定されたクラスタのクラスタ情報セクタ以外のセクタに対して、コントローラは、それらセクタの物理アドレスの順番に従ってユーザ・データを書き込む。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 各々が M 個のセクタからなる N 個のクラスタを有し (M、N は各々 2 以上の整数)、クラスタ単位で消去することが可能であり、

上記 N 個のクラスタの各々にクラスタ情報セクタが確保され、

上記 N 個のクラスタに対して重複がないように順序番号が与えられ、各クラスタのクラスタ情報セクタに当該クラスタに割り当てられた順序番号が書き込まれていることを特徴とする一括消去型不揮発性メモリ。

【請求項 2】 上記 N 個のクラスタ情報セクタの各々にはさらに当該クラスタの消去回数が書き込まれ、上記 N 個のクラスタに与えられた順序番号の最大値はそれらクラスタの消去回数の総和に等しいことを特徴とする請求項 1 記載の一括消去型不揮発性メモリ。

【請求項 3】 コントローラと、

各々が M 個のセクタからなる N 個のクラスタを有し

(M、N は各々 2 以上の整数)、クラスタ単位で消去することが可能な一括消去型不揮発性メモリとを備え、

上記 N 個のクラスタの各々にクラスタ情報セクタが確保され、

上記コントローラの動作に先立って、上記 N 個のクラスタに対して重複がないように順序番号が与えられ、各クラスタのクラスタ情報セクタに当該クラスタに割り当てられた順序番号が書き込まれており、

上記コントローラは、

所与のクラスタを消去するときは、先に当該所与のクラスタの順序番号を保管し、

所与の消去済みクラスタを初期設定するときは、現在の最大順序番号よりも大きな値を当該所与のクラスタの順序番号としてそのクラスタ情報セクタに書き込むことを特徴とする半導体ディスク装置。

【請求項 4】 上記コントローラは、所与のクラスタに対してユーザ・データの書き込みを開始した後、当該クラスタに対するユーザ・データの書き込みが終了するまで、他のクラスタへのユーザ・データの書き込みを行わないことを特徴とする請求項 3 記載の半導体ディスク装置。

【請求項 5】 上記コントローラは、上記所与のクラスタのクラスタ情報セクタ以外のセクタに対してそのアドレスの順番に従ってユーザ・データを書き込む請求項 3 又は 4 記載の半導体ディスク装置。

【請求項 6】 コントローラと、

各々が M 個のセクタからなる N 個のクラスタを有し

(M、N は各々 2 以上の整数)、クラスタ単位で消去することが可能な一括消去型不揮発性メモリとを備え、

上記 N 個のクラスタの各々にクラスタ情報セクタが確保され、

上記コントローラの動作に先立って、上記 N 個のクラスタに対して重複がないように順序番号が与えられ、各クラスタのクラスタ情報セクタに当該クラスタに割り当て

られた順序番号が書き込まれており、且つ、上記 N 個のクラスタ情報セクタの各々にはさらに当該クラスタの消去回数が書き込まれ、上記 N 個のクラスタに与えられた順序番号の最大値はそれらクラスタの消去回数の総和に等しく設定されており、

上記コントローラは、

所与のクラスタを消去するときは、先に当該所与のクラスタの順序番号と消去回数を保管し、

所与の消去済みクラスタを初期設定するときは、現在の最大順序番号に 1 を加算し、且つ消去前に保管された消去回数に 1 を加算し、加算結果をそれぞれ当該所与のクラスタの順序番号及び消去回数としてそのクラスタ情報セクタに書き込むことを特徴とする半導体ディスク装置。

15 【請求項 7】 プロセッサからの論理アドレスによってアクセスされる半導体ディスク装置であって、

上記プロセッサに接続されたコントローラと、

各々が M 個のセクタからなる N 個のクラスタを有し

(M、N は各々 2 以上の整数)、クラスタ単位で消去することが可能な一括消去型不揮発性メモリと、

20 上記コントローラに接続されたランダム・アクセス・メモリとを備え、

上記一括消去型不揮発性メモリは、

上記 N 個のクラスタの各々にクラスタ情報セクタが確保され、

25 上記コントローラの動作に先立って、上記 N 個のクラスタに対して重複がないように順序番号が与えられ、各クラスタのクラスタ情報セクタに当該クラスタに割り当てられた順序番号が書き込まれており、

30 上記コントローラは、

上記プロセッサのコマンドに含まれる論理アドレスを特定のセクタを指示する物理アドレスに変換するために上記ランダム・アクセス・メモリ上にアドレス変換表の領域を確保し、

35 上記プロセッサが所与の論理アドレスを指定して書き込みを要求したときに、上記一括消去型不揮発性メモリの空白セクタを一つ選択し、上記アドレス変換表の当該所与の論理アドレスによって指示される項目に当該選択されたセクタの物理アドレスを書き込み、且つ当該選択されたセクタに当該所与の論理アドレスを逆参照ポインタとして書き込み、

所与のクラスタを消去するときは、先に当該クラスタの順序番号を保管し、

45 所与の消去済みクラスタを初期設定するときは、現在の最大順序番号よりも大きな値を当該クラスタの順序番号としてそのクラスタ情報セクタに書き込むことを特徴とする半導体ディスク装置。

【請求項 8】 上記コントローラは、所与のクラスタに対して書き込みを開始した後、当該所与のクラスタに対する書き込みが終了するまでの期間、上記プロセッサの書き込

み要求に応答して当該所与のクラスタから物理アドレスの順に空白セクタを選択することを特徴とする請求項7記載の半導体ディスク装置。

【請求項9】上記コントローラは、上記アドレス変換表を再構成するときに、上記不揮発性メモリのM×N個のセクタを読み出し、読み出されたセクタの逆参照ポイントによって指示される上記アドレス変換表の項目に当該セクタの物理アドレスを書き込み、

同じ逆参照ポイントを持つセクタが複数あるときには、それらセクタの属するクラスタの順序番号とクラスタ内での位置に従って、最も新しく書き込まれたセクタの物理アドレスを上記アドレス変換表に書き込むことを特徴とする請求項7又は8記載の半導体ディスク装置。

【請求項10】上記コントローラは、上記アドレス変換表を再構成するときに、(a)上記M個のクラスタのクラスタ情報セクタを読み出し、(b)順序番号が最小のクラスタを選択し、(c)選択されたクラスタのセクタを順次読み出し、読み出されたセクタの逆参照ポイントによって指示される上記アドレス変換表の項目に当該セクタの物理アドレスを書き込み、(d)順序番号の昇順に従って次のクラスタを選択し上記(c)の動作を行うことを反復することを特徴とする請求項7又は8記載の半導体ディスク装置。

【請求項11】上記コントローラは、上記アドレス変換表を再構成するときに、上記M個のクラスタの各々について、

当該クラスタのクラスタ情報セクタを読み出し、
当該クラスタのアドレスとその順序番号の対応関係を上記ランダム・アクセス・メモリに表形式で記憶し(以下、この表を順序番号表と呼ぶ)、
当該クラスタのクラスタ情報セクタ以外のセクタ(以下、データ・セクタと呼ぶ)を順次読み出し、
読み出されたデータ・セクタの逆参照ポイントによって指示されるアドレス変換表の項目を読み出し、
当該項目が空白であるならば、そこに当該読み出されたデータ・セクタの物理アドレスを書き込み、
当該項目が空白でないならば、そこに書き込まれた物理アドレスに位置するセクタの属するクラスタの順序番号を上記順序番号表を参照して求め、
上記求めた順序番号を現在読み出し中のクラスタの順序番号と比較し、
上記求めた順序番号の方が小であるなら、上記読み出されたデータ・セクタの物理アドレスを上記項目に書き込むことを特徴とする請求項7又は8記載の半導体ディスク装置。

【請求項12】プロセッサと、
上記プロセッサに接続されたコントローラと、
各々がM個のセクタからなるN個のクラスタを有し
(M、Nは各々2以上の整数)、クラスタ単位で消去することが可能な一括消去型不揮発性メモリと、

上記コントローラに接続されたランダム・アクセス・メモリとを備え、

上記一括消去型不揮発性メモリは、

上記N個のクラスタの各々にクラスタ情報セクタが確保され、

上記コントローラの動作に先立って、上記N個のクラスタに対して重複がないように順序番号が与えられ、各クラスタのクラスタ情報セクタに当該クラスタに割り当てられた順序番号が書き込まれており、

上記コントローラは、

上記プロセッサのコマンドに含まれる論理アドレスを特定のセクタを指示する物理アドレスに変換するために上記ランダム・アクセス・メモリ上にアドレス変換表の領域を作成し、

上記プロセッサが所与の論理アドレスを指定して書き込みを要求したときに、上記一括消去型不揮発性メモリの空白セクタを一つ選択し、上記アドレス変換表の当該所与の論理アドレスによって指示される項目に当該選択されたセクタの物理アドレスを書き込み、且つ当該選択されたセクタに当該所与の論理アドレスを逆参照ポイントとして書き込み、

所与のクラスタを消去するときは、先に当該クラスタの順序番号を保管し、

所与の消去済みクラスタを初期設定するときは、現在の最大順序番号よりも大きな値を当該クラスタの順序番号としてそのクラスタ情報セクタに書き込むことを特徴とするデータ処理システム。

【請求項13】プロセッサと、

上記プロセッサに接続された表示装置と、

上記プロセッサに接続されたコントローラと、

各々がM個のセクタからなるN個のクラスタを有し

(M、Nは各々2以上の整数)、クラスタ単位で消去することが可能な一括消去型不揮発性メモリとを備え、

上記N個のクラスタの各々にクラスタ情報セクタが確保され、

上記コントローラの動作に先立って、上記N個のクラスタに対して重複がないように順序番号が与えられ、各クラスタのクラスタ情報セクタに当該クラスタに割り当てられた順序番号が書き込まれており、且つ、上記N個のクラスタ情報セクタの各々にはさらに当該クラスタの消去回数が書き込まれ、上記N個のクラスタに与えられた順序番号の最大値はそれらクラスタの消去回数の総和に等しく設定されており、

上記コントローラは、

上記プロセッサのコマンドに含まれる論理アドレスを特定のセクタを指示する物理アドレスに変換するために上記ランダム・アクセス・メモリ上にアドレス変換表を作成し、

所与のクラスタを消去するときは、先に当該所与のクラスタの順序番号と消去回数を保管し、

所与の消去済みクラスタを初期設定するときは、現在の最大順序番号に1を加算し、且つ消去前に保管された消去回数に1を加算し、それぞれの加算結果を当該所与のクラスタ順序番号及び消去回数としてそのクラスタ情報セクタに書き込み、

上記アドレス変換表作成時に最大順序番号と上記N個のクラスタのクラスタ情報セクタに記憶された消去回数の総和を比較し、不一致を検出したときには、上記表示装置にエラー・メッセージを表示させるように、上記プロセッサに対して要求することを特徴とするデータ処理システム。

【請求項14】各々がM個のセクタからなるN個のクラスタを有し（M、Nは各々2以上の整数）、クラスタ単位で消去することが可能な、一括消去型不揮発性メモリを用いた半導体ディスク装置の管理方法であって、上記N個のクラスタに対して重複がないように順序番号を与え、各クラスタにその割り当てられた順序番号を書き込み、

所与のクラスタを消去するときは、当該クラスタの順序番号を保管した後、当該クラスタを消去し、

所与の消去済みクラスタを初期設定するときは、現在の最大順序番号よりも大きな値を当該クラスタの順序番号としてそのクラスタに書き込むことを特徴とする半導体ディスク装置の管理方法。

【請求項15】各々がM個のセクタからなるN個のクラスタを有し（M、Nは各々2以上の整数）、クラスタ単位で消去することが可能な、一括消去型不揮発性メモリを用いた半導体ディスク装置の管理方法であって、上記N個のクラスタに対して重複がないように順序番号を与え、クラスタの夫々にその割り当てられた順序番号と消去回数とを書き込み、上記N個のクラスタに与えられた順序番号の最大値はそれらクラスタの消去回数の総和に等しく設定し、

所与のクラスタを消去するときは、先に当該クラスタの順序番号と消去回数を保管し、

所与の消去済みクラスタを初期設定するときは、現在の最大順序番号に1を加算し、且つ消去前に保管された消去回数に1を加算し、加算結果をそれぞれ当該所与のクラスタの順序番号及び消去回数としてそのクラスタに書き込むことを特徴とする半導体ディスク装置の管理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、フラッシュEEPROM（以下ではフラッシュ・メモリと呼ぶ）等の一括消去型不揮発性メモリ及びそれを用いる半導体ディスク装置に係り、特に、動的セクタ割当ての可能な半導体ディスク装置に係る。

【0002】

【従来の技術】ノートブック等の携帯可能なパーソナル

・コンピュータの普及に伴って、コンピュータ・システムの小型軽量化、低消費電力化に対する要求が強くなってきている。半導体メモリを用いた外部記憶システム、いわゆる半導体ディスク装置は、磁気ディスク装置のように駆動系を持たないため、消費電力が低く、高速動作が可能である。また、小さなメモリ・モジュールで構成されるため、磁気ディスク装置に比べて小型で軽く、形状に自由度が大きく、カード化も容易である。

【0003】しかし、従来の半導体メモリにはコスト、容量、電池バックアップなどの点でまだ問題が多い。メモリとしてSRAMを使うと電池によるバックアップの時間は長くなるが、コストが高く、容量も小さくなってしまふ。コスト、容量に優れたDRAMでは、スタンバイ時の消費電力が大きく、バックアップの時間が一週間程度に限られてしまふ。電池系の事故によるデータ消失の危険もある。EEPROMは電池を必要としないが、コストが高すぎる。

【0004】これらの問題を解決するメモリとして一括消去型のフラッシュ・メモリが開発されている。DRAMと同じくトランジスタ1つで記憶素子が構成され、高密度化が可能で、将来の市場次第でDRAMと同等かそれ以下のビット単価（低コスト、大容量）になることが期待されている。記憶素子是不揮発性であり、電池バックアップの必要はない。消去は一般にチップ単位又はそれよりも小さなブロック単位で行われる。Richard D. Pashley 外の "Flash memories: the best of two worlds"、IEEE SPECTRUM 1989年12月、30～33頁は、このようなフラッシュ・メモリの概要を紹介している。パフォーマンスの点では、チップ消去型よりブロック消去型の方が優れている。

【0005】ブロック消去型のフラッシュ・メモリを半導体ディスク装置に用いる場合は、ブロックの大きさをハード・ディスク装置のアクセス単位であるセクタに等しくしておく、メモリ管理に都合がよい。例えば、ヨーロッパ公開特許出願第392895号はセクタ消去型のフラッシュEEPROMシステムを開示している。このシステムは、消去単位であるセクタ毎にラッチを設けておき、消去したいセクタに対応するラッチをセットすることによって、任意の複数のセクタを同時に消去できるようにしている。複数セクタ分の容量（例えば4Kバイト）を持ったブロックを消去単位にしたフラッシュ・メモリも知られている。

【0006】しかし、フラッシュ・メモリにはSRAMやDRAMにはない制限がある。まず、メモリ・ビットのプログラミングは一方通行で、0から1又は1から0へしか変えることができない。従って、既に書込まれている記憶位置に新たなデータを書込む場合は、その記憶位置を含むブロックを一括消去によって全0又は全1に設定した後に書き込みを行う必要がある。消去及び書き込みには、通常、数十ミリ秒から数秒の時間がかかる。ま

た、フラッシュ・メモリは消去及び書込みによって劣化し、現在のところ、数万回から数十万回の消去及び書込みで使用限度に達してしまう。

【0007】このようなフラッシュ・メモリを半導体ディスク装置に用いた場合、同一の論理セクタを同一の物理セクタに割り当てていたのでは、書込みがメモリの一部に片寄ることが問題になる。例えば、DOSベースのパーソナル・コンピュータ・システムでは、ファイル・アロケーション・テーブル（FAT）の書換えがしばしば行われる。ところが、FATのアドレスは固定されているため、フラッシュ・メモリを用いた場合には、FATの書換えの度にそれを記憶しているブロックの消去及び書込みを行う必要があり、その度に数十ミリ秒から数秒の時間がかかってしまう。また、このように書込み及び消去がメモリの一部のブロックに片寄ると、そのブロックが他のブロックに比べて早く使用限度に達してしまい、他のブロックがまだ使用可能であるにもかかわらず、メモリを交換しなければならなくなる。使用限度に達したブロックを無効化して、代替ブロックを使用するようにすれば、メモリの早期交換は避けられるが、書込みが集中するのが代替ブロックに変わっただけであり、根本的な解決にはなっていない。

【0008】そこで、特願平3-197318号では、動的セクタ割当て法を用いることにより、この問題の解決に成功している。図1と図2を参照して、その概要を説明する。RAMにアドレス変換表が作成され、これを参照することにより、ホスト・プロセッサの指定するアドレス（論理アドレス）が半導体ディスク装置（SSF）のセクタ（物理セクタ）を指定するアドレス（物理アドレス）に変換される。即ち、ホスト・プロセッサは、ヘッド番号、シリンダ番号、セクタ番号からなる論理アドレスをもってデータ書込み場所を指定する。アドレス変換表の論理アドレスで特定される項目には、当該論理アドレスに対応する物理アドレスが記憶される。物理アドレスによって指定されることになるSSFの各セクタには、データを記憶するデータ領域の他に、逆参照ポイント（RP）を記憶する領域とそのセクタの状況を記憶する領域が含まれる。

【0009】今、SSFがホスト・プロセッサから論理アドレス（H, C, S）=（1, 4, 5）に対する書込みコマンドを受け取ったときに、それまで空であった物理アドレスABCのセクタYをこの論理アドレスに割り当てたとする。SSFのコントローラは、物理セクタYのデータ領域にデータを書き込むとともに、RP領域（1, 4, 5）を書き込み、状況領域に有効であることを示すフラグを立てる。同時に、論理アドレス（1, 4, 5）によって特定される変換表の項目Xに物理アドレスABCを書き込む。以後、論理アドレス（1, 4, 5）からのデータの読出しが要求されたときは、アドレス変換表を使って、物理アドレスABCがアクセスされ

る（図1参照）。

【0010】再びSSFがホスト・プロセッサから論理アドレス（H, C, S）=（1, 4, 5）に対する書込みコマンドを受け取ったとき、SSFのコントローラは、物理セクタYを無効にし、それまで空であった物理セクタを論理アドレス（1, 4, 5）に割り当てる。例えば、アドレス変換表の項目XをABDに書き換え、SSFの物理アドレスABDのセクタZのデータ領域にデータを書き込み、RP領域に（1, 4, 5）を書き込み、状況領域に有効であることを示すフラグを立てる。同時に、セクタYの状況領域に無効であることを示すフラグを立てる。

【0011】さて、パワーオフするとアドレス変換表は失われてしまうから、パワーオン時にこれを再構成する必要がある。そのときには、SSFの各セクタを読み、逆参照ポイントで指定されるアドレス変換表の項目に、当該セクタの物理アドレスを登録する。図2に示すように、同じRPを持つセクタが複数あるときは、有効であるセクタの物理アドレスを登録する。このように、SSFのセクタの有効・無効の情報は、動的割当ての要であるアドレス変換表の再構成に不可欠である。

【0012】ところで、先に述べた通り、フラッシュ・メモリに於いてはブロックの消去後でなければそこに含まれるセクタにデータを書き込むことができないので、一般的にはセクタの状況を更新することは困難である。この問題に対して、特願平3-197318号では、一部のフラッシュ・メモリが有する、ビット変化が一方向に限定されている場合は重ね書きができるという特質に基づき、状況フラグビットを“1111”→“1110”→“1100”→“0000”のように変化させることで、各セクタの「空白」、「有効」、「無効」及び「消去中」を示す方法を開示している。しかしながら、NAND型のセル構造を持つフラッシュ・メモリの中には、全く重ね書きできないものがあり、状況フラグビットを用いた方法は使えない。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、重ね書きの手法を用いなくても無効セクタと有効セクタとを見分けることが可能な一括消去型不揮発性メモリ及びそれを有した半導体ディスク装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明に従う一括消去型不揮発性メモリは、各々がM個のセクタからなるN個のクラスタを有し（M、Nは各々2以上の整数）、クラスタ単位で消去することが可能であり、上記N個のクラスタの各々にクラスタ情報セクタが確保され、予め上記N個のクラスタに対して重複がないように順序番号が与えられ、各クラスタのクラスタ情報セクタに当該クラスタに割り当てられた順序番号が書き込まれている。本発明

に従う半導体ディスク装置は、そのような一括消去型不揮発性メモリとそれに接続されたコントローラを含む。動的セクタ割当てを実行するため、コントローラは、ランダム・アクセス・メモリ上にアドレス変換表の領域を確保し、プロセッサが所与の論理アドレスを指定して書き込みを要求したときに、空白セクタを一つ選択し、アドレス変換表の当該所与の論理アドレスによって指示される項目に当該選択されたセクタの物理アドレスを書き込み、且つ当該選択されたセクタに当該所与の論理アドレスを逆参照ポインタとして書き込む。

【0015】コントローラはまた、所与のクラスタを消去するとき、先に当該クラスタの順序番号を他のクラスタ等の不揮発性の記憶領域に保管する。そして、所与の消去済みクラスタを初期設定するときには、現在の最大順序番号よりも大きな値を当該クラスタの順序番号としてそのクラスタ情報セクタに書き込む。

【0016】このようにして初期設定されたクラスタのクラスタ情報セクタ以外のセクタに対して、コントローラは、それらセクタの物理アドレスの順番に従ってユーザ・データを書き込む。

【0017】パワーオン時にアドレス変換表を再構成するとき、コントローラは、不揮発性メモリのM×N個のセクタを読み出し、読み出されたセクタの逆参照ポインタによって指示されるアドレス変換表の項目に当該セクタの物理アドレスを書き込む。同じ逆参照ポインタを持つセクタが複数あるときには、それらセクタの属するクラスタの順序番号とクラスタ内での位置に従って、最も新しく書き込まれたセクタの物理アドレスをアドレス変換表に書き込む。

【0018】予め各クラスタ情報セクタにそれを含むクラスタの消去回数を書き込み、最大順序番号は全クラスタの消去回数の総和に等しくなるように設定しておいた場合には、クラスタ消去時に順序番号とともに消去回数も保管する。そして、消去済みのクラスタを初期設定するとき、保管されていた当該クラスタの消去回数を順序番号と同様にカウントアップしてそのクラスタ情報セクタに書き戻す。アドレス変換表再構成時において、全クラスタ情報セクタが読み出されることを利用して、最大順序番号と全クラスタの消去回数の総和が一致するかをチェックする。これによって、データの信頼性が維持されているか否かが判る。

【0019】

【実施例】本発明の半導体ディスク装置として組み込んだコンピュータ・システムの一例を図3に示す。CPU 10はシステム・バス13を介して、主記憶装置15、バス制御装置16及びオプションの数値計算用コプロセッサ14と通信する。CPU 10及び関連する周辺装置の間の通信はバス制御装置16を介して行われる。そのため、バス制御装置16はファミリー・バス18によって周辺装置に接続されている。周辺装置としては、本発

明に従うフラッシュ・メモリ製の半導体ディスク装置(SSF) 20が接続され、さらに、通信装置21、フロッピー・ディスク・ドライブ(FDD) 22、光ファイル装置23、表示装置24もファミリー・バス18に接続されている。勿論、他の周辺装置も接続可能である。このようなコンピュータ・システムの一例はIBM PS/2である。

【0020】直接メモリ・アクセス制御装置(DMAC) 12は、これらの周辺装置の全部又は選択された何台かによるメモリ・アクセスを可能にすべく設けられる。そのため、ファミリー・バス18は、少なくともその一部がDMAC 12に分岐接続される。図には示していないが、DMAが可能な各周辺装置にはアービトレーション回路が設けられ、アービトレーション・レベル(優先順位)を割り当てられる。DMAC 12の側には、DMAを同時に要求している複数の周辺装置の間で調停作業を行って、どの周辺装置がDMAを許可されたかをDMAC 12に知らせる中央アービトレーション制御回路11が設けられる。DMAC 12及び中央アービトレーション制御回路11によるDMA制御の詳細は米国特許第4901234号明細書に記載されている。

【0021】CPU 10はSSF 20をハード・ディスク装置として扱う。従って、SSF 20をアクセスするときは、ヘッド番号、シリンダ番号及びセクタ番号から成るいわゆる相対ブロック・アドレス(RBA)がSSF 20に送られる。SSF 20は動的セクタ割当てを行う。従って、CPU 10から供給されるRBAと、SSF 20の実際にアクセスされるセクタのアドレス(物理アドレス)との間の関係は固定されておらず、書き込みの度に変化する。そこで、それらの対応関係を明らかにするアドレス変換表が設けられる。即ち、CPU 10からのRBAは論理アドレスである。

【0022】図4に、SSF 20の概略的な構成を示す。このSSF 20は、ファミリー・バス18に接続されたコントローラ30と、内部バス31を介してこのコントローラ30に接続されたランダム・アクセス・メモリ(RAM) 32、バス制御部33及びフラッシュ・メモリ34で構成される。RAM 32は、アドレス変換表を記憶する領域35及びバッファ領域36を含む。RAM 32はこの他に後述する最大順序番号(M)を記憶する領域も含む。バス制御部33は、内部バス31と、フラッシュ・メモリ34に接続されたメモリ・バス37とを相互接続するための周知のレシーバ/ドライバ構成を有する。

【0023】本実施例では、CPUの指定する論理セクタのサイズは512バイトであり、CPU 10のSSF 20に対する最小アクセス単位である物理セクタのサイズは512バイト+ α である(図5、図6参照)。16Mビットのフラッシュ・メモリ・チップを用いる場合、1物理セクタはワード・ライン2本を占める。つまり、

2 ページで1セクタを構成する。SSF20のセクタ（物理セクタ）は次のようにして管理される。

【0024】1）実際の消去を行う論理的な集合をつくり、これをクラスタと呼ぶ。クラスタは物理的な消去単位であるブロックの1つ以上からなる。実施例では8セクタで1ブロックを構成し、8ブロックで1クラスタを構成する。各クラスタにクラスタ情報セクタを作成し、クラスタ消去回数及び順序番号の領域を確保する。クラスタ消去回数及び順序番号はクラスタ情報セクタ中の管理情報の一部として保管される。実施例では、各クラスタの先頭の物理アドレスに位置するセクタをクラスタ情報セクタに割り当てる。

【0025】図6は、各クラスタのクラスタ情報セクタ以外のセクタ（以下ではデータ・セクタと呼ぶ）の構成を示す。図示のように、データ・セクタは、512バイトのユーザ・データを記憶するデータ領域の他に、属性及びエラー訂正符号（ECC）を記憶する領域を含む。

【0026】ここでは、特願平3-197318号とは違って、セクタに有効・無効のフラグを立てる状況領域がないことに注目されたい。なお、各セクタに共通に含まれる属性は、そのセクタがクラスタ情報セクタであるか否かを識別するのに用いられる。

【0027】2）SSF製造後のフラッシュ・メモリ・チップ全体の初期設定工程において、クラスタ別に初期順序番号を重複しないように与える。このとき、全クラスタの消去回数の総和が最大順序番号に等しいという条件を付すのが望ましい。

【0028】図7に示すように、SSD中にN個のクラスタがあり、各クラスタに1からNまでのクラスタ番号を与えたとする。（実際には、クラスタ番号はアドレス・バスの上位複数ビットで指定される。）工場のコンピュータによって実行されるSSD初期設定プログラムは、各クラスタのクラスタ消去回数を"1"に設定する。同時にクラスタ番号iのクラスタの順序番号として"i"を書き込み、順序番号が重複しないようにする。

【0029】この例ではクラスタ消去回数の初期値として1を与えているが、本発明は実際の消去回数を書き込んだ場合でも実施可能である。また、この例では順序番号の初期値の順をクラスタ番号の順に一致させているが、本発明はそのような初期順序番号の与え方に限定されるものではなく、クラスタ番号に無関係に初期順序番号を割り当ててよい。

【0030】セクタの有効・無効を判別するために必要とされる条件は、順序番号の重複がないようにすることである。実施例ではさらに順序番号の最大値（最大順序番号）が各クラスタの消去回数の総和に等しいように設定されている。以上の二つの条件は、クラスタ消去時を除き、SSDが稼働しているどの時点においても満たされなければならない。図7に示した例ではクラスタ消去

回数の総和はNであり、順序番号の最大値もNであるので、条件を満たしている。

【0031】もし、図7の例で、クラスタNのクラスタ消去回数が2であり、その他のクラスタのクラスタ消去回数が1であるならば、クラスタ1からクラスタN-1に順序番号1からN-1を割り当て、クラスタNに順序番号N+1を割り当てれば、上記二つの条件を満たすことになる。

【0032】3）図8を参照して、クラスタ消去時のコントローラ30（図4）の動作を説明する。まず、消去するクラスタを決定する。様々な決定方法があるが、有効セクタの数が一定値を下回ったときに、そのクラスタを消去対象として決定するのが一般的である（ステップ80）。次に、消去するクラスタをXとすると、コントローラは、Xの有効データを他のクラスタのデータ・セクタに複写する（ステップ81）。

【0033】ステップ80、81を実行するためには、セクタの有効・無効の判別ができなければならないが、それは所与のセクタの逆参照ポインタが指示するアドレス変換表の項目を参照し、その項目に書き込まれているアドレスが当該セクタのアドレスと一致するかを調べればよい。一致すればそのセクタは有効であり、一致しなければ無効である。ステップ81ではそのようにして有効セクタを検出する。また、一度クラスタごとに有効・無効セクタの数を調べて結果をRAM32（図4）に設けた表（図示せず）に記録し、以後書き込みが行われる度にその表を更新するようにすれば、その表を定期的に参照することによって、消去すべきクラスタを判別することができる。

【0034】次に、コントローラは、クラスタXのクラスタ情報セクタを他の適当なクラスタのデータ・セクタや電池バックアップされたRAM等の不揮発性記憶領域に複写して、クラスタXの現在の順序番号と消去回数を保管する（ステップ82）。その後、クラスタXを消去する（ステップ83）。消去済みクラスタを初期設定する必要があるとき、即ち、データ・セクタが完全に空白であるクラスタがないときには、直ちに初期設定処理が行われるが（ステップ85）、そうでなければ、SSDは通常のオペレーションを行う（ステップ86）。ここでいう初期設定とは、消去済みのクラスタのクラスタ情報セクタに順序番号等を書き込み、データ・セクタに対して書き込み可能な状態にすることである。

【0035】図9を参照して、消去済みクラスタ初期設定時のコントローラ30（図4）の動作を説明する。まず、コントローラは、消去済みではあるがまだ初期設定されていない1以上のクラスタの中からクラスタ消去回数が最小のものを選択する（ステップ90）。選択されたクラスタをCとする。

【0036】次に、現在の最大順序番号Mを求め、これに1を加えた値M+1をクラスタCの順序番号としてそ

のクラスタ情報セクタに書き込む(ステップ91)。ここで、最大順序番号MはRAM32の領域38に記憶されているので、それをアクセスする。ステップ92では、領域38に値M+1が書き込まれる。

【0037】しかる後、ステップ93において、クラスタCを消去するときにステップ82で保管した消去回数を読み出し、それに1を加えた値をクラスタCのクラスタ情報セクタに書き込む。順序番号、クラスタ消去回数、ECC以外のクラスタ管理情報は、クラスタCを消去するときに保管した管理情報をそのまま書き込む。

クラスタ消去回数
順序番号
最大順序番号

【0040】上の例では、現在の最大順序番号Mに1を加えた値をクラスタ情報セクタに書き込んだが、要は現在の最大順序番号Mよりも大きな値を書き込めばよいのであって、増分を1に限る必要はない。

【0041】4)セクタへの書き込みは、動的セクタ割当て法を用いる。ただし、特願平3-197318号とは違って、有効・無効のフラグを立てる操作は行わない。同一のクラスタの中では、セクタはそのアドレスの昇順または降順に書き込まれていく。実施例ではクラスタ情報セクタをクラスタの先頭に置いたので、アドレスの昇順にセクタヘータを書き込むが、クラスタの末尾に置いた場合はアドレスの降順にセクタヘータを書き込むことになる。

【0042】一つのクラスタに対する書き込みが終わるまで、即ちクラスタがデータで満たされるか、あるいは途中で書き込みを打ち切り、以降のセクタに書き込みを行わないと判断されるまで、他のクラスタにはデータを書き込まない。クラスタの途中から後のセクタが全て不良であるとき、データの書き込みは途中で打ち切られる。不良セクタの情報はSSF製造後の初期設定工程で予めフラッシュ・メモリ34の一部に書き込まれているので、そのような打ち切りの判断は可能である。

【0043】当初は2)で割り当てられた初期順序番号にしたがってクラスタへのユーザ・データの書き込みを行うが、一通り全クラスタにデータを書き込んだ後は、消去と初期設定の過程を経て最大順序番号が付与されたクラスタに対して書き込みを行う。

【0044】一般的に全てのセクタの時間的前後関係を得ることができれば有効セクタと無効セクタとを見分けることはたやすい。しかしながら、全てのセクタに対して時間情報を書き込むことは、時間情報領域のオーバーヘッドが大きすぎて事実上不可能である。本発明ではこの時間情報を二段階の階層構造によって保持する。第一の階層はクラスタであり、第二の階層はクラスタに含まれるセクタである。3)で述べた消去方法によれば、クラスタ情報セクタに書かれた順序番号によってクラスタ

【0038】図8および図9に示した制御の流れは一例にすぎず、これを様々に変形することが可能である。例えば、消去したクラスタを直ちに初期設定しても差し支えなく、その場合には、図8のステップ83の次に直ちに図9のステップ91に飛ぶことになる。その結果、消去されたクラスタのクラスタ消去回数及び順序番号、及びRAMに保存される最大順序番号は以下のように変化する。

【0039】

消去前の値	初期設定後の値
E	E + 1
S	M + 1
M	M + 1

間の時間的前後関係を決定することができ、4)で述べた書き込み方法により第二の階層であるクラスタ内セクタの時間情報がセクタの位置として保存される。これらを組み合わせることにより、全セクタの時間的前後関係を一意に決定することが可能であり、かつ、時間情報を書き込む領域のオーバーヘッドは非常に少ない。

【0045】5)パワーオン時には、クラスタ情報セクタ内の順序番号とクラスタ内でのセクタの位置を手がかりにして、セクタの有効・無効を判別しつつ、アドレス変換表を再構成する。特定の論理セクタに対応する複数の物理セクタが存在する場合、最大の順序番号を持つクラスタにあるものを有効とする。同一のクラスタに、同一論理セクタに対応する複数の物理セクタが存在する場合は、その位置による時系列情報により有効セクタを決定する。

【0046】以上を実現する方法としては二つの方法が考えられる。第一の方法は順序番号をまずソートしてその順にクラスタを走査する方法であり、第二の方法はRAMに順序番号表を作るものである。前者はソートが完了してしまえば以後の処理は高速であり利点も多い。しかしながら、ソートに先立ち順序番号を全て読み込まなければならず、従ってクラスタの管理情報を二回読む事になる。さらに、高速なソートを行うには一般的に大きな作業領域を必要とするため状況によってはSSFのコスト上昇を招く場合がある。

【0047】図10を参照して、第一の方法の処理の流れを説明する。まず、アドレス変換表の領域をRAMに確保し、各項目の値を特別な値(例えばゼロ)に初期設定する(ステップ100)。次に、すべてのクラスタ情報セクタを読み出し、順序番号を昇順にソートする(ステップ101、102)。しかる後、順序番号の小さなものから順にクラスタを選び、選んだクラスタのセクタをアドレスの順に読む出す。実施例では、クラスタ情報セクタから始まってアドレスの昇順にセクタを順次読むことになる。読み出されたセクタの逆参照ポイントによって指示されるアドレス変換表の項目に、当該セクタの

物理アドレスを書き込む。その項目に既に他のセクタのアドレスが書き込まれてあっても、現在読まれたセクタのアドレスを書き込む。(ステップ103~108)。

【0048】図11を参照して、第二の方法で用いる順序番号表について説明する。この方法では、第Nクラスタの順序番号を第N項目に格納するような順序番号表をRAM32(図4)に作成する。1クラスタ当たり64セクタである様な40MビットのSSFを考えると、クラスタ数は冗長分を除けば1280であり、順序番号表の1エントリを5バイトとすれば順序番号表の領域は約6Kバイトとなる。また、動的セクタ割当て法使用時にはアドレス変換表がRAM上に存在するが、この表の各項目の値のうち、下位6ビットを除いた上位18ビットがクラスタ番号に相当する(以下、上位18ビットをクラスタポイントと呼ぶ)。今、第Sセクタのクラスタポイントの内容がPであったとすると、順序番号表の第P項目を読むことにより、第Sセクタの存在するクラスタの順序番号を得ることが出来る。図11の例だと、アドレス変換表は論理セクタSの実体がクラスタPのQ番目に存在することを示し、順序番号表はクラスタPの順序番号が1234であることを示している。なお、図11において、Nsは論理セクタの総数であり、Ncはクラスタの総数である。

【0049】次に、図12を参照して、第二の方法の処理の流れを説明する。α] まず、アドレス変換表の領域をRAMに確保し、各項目の値を特別な値(例えばゼロ)に初期設定する(ステップ120)。次に、クラスタを選び、そのクラスタの順序番号を順序番号表に登録する。実施例ではクラスタ番号の昇順にクラスタを選択しているが、クラスタを選択する順番は任意とすることができる(ステップ121、122、123、134)。選ばれたクラスタをCとすると、クラスタC内では時系列順にセクタを走査し、各セクタのRP領域の逆参照ポイントを読み出す(ステップ124、125、133)。

【0050】β] 特願平3-197318号特許出願の方法により、逆参照ポイントからアドレス変換表を再構成する。この時、逆参照ポイントによって指示されるアドレス変換表の項目に既に他のセクタの物理アドレスが書き込まれているか否かで動作が異なる(ステップ126、127)。

【0051】◎ 当該項目が空白である場合
当該項目に、ステップ125で読み出されたセクタSの物理アドレスを書き込む(ステップ130)。

【0052】◎ 当該項目が空白でない場合
当該項目のクラスタポイントにより順序番号表を検索し、当該項目に既に登録されているセクタSが属するクラスタの順序番号を求める(ステップ128)。これを

現在読み出し中のクラスタCの順序番号と大小比較する(ステップ129)。前者の方が小さければ当該項目にセクタSのアドレスを書き込む(ステップ130)。そうでないときは何もせず既に登録されているセクタを有効のままにする。

【0053】γ] 以上を全てのクラスタ及びセクタについて繰り返すことによりアドレス変換表には有効セクタのみが登録される(ステップ131、132)。

【0054】アドレス変換表を再構成した後、コントローラ30(図4)は最大順序番号をRAM32の作業域に保存し、順序番号表の領域を解放する。既に述べたように、最大順序番号は消去済みクラスタの初期設定で必要とされる。

【0055】コントローラ30はさらに、アドレス変換表再構成時に全クラスタのクラスタ情報セクタを読み出すことを利用して、全クラスタの順序番号の総和と最大順序番号とを比較する。ここで両者の値が不一致である場合は、データの信頼性が損なわれていることを意味するので、コントローラ30はCPU10(図3)に対して、表示装置24にエラー・メッセージを表示させることを要求する。

【0056】

【発明の効果】本発明に従えば、一括消去型不揮発性メモリを用いた半導体ディスク装置において重ね書きの手法を用いなくても無効セクタと有効セクタとを見分けることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】特願平3-197318号で開示された動的セクタ割当ての説明図。

【図2】特願平3-197318号で開示された動的セクタ割当ての説明図。

【図3】本発明に従う半導体ディスク装置を組み込んだコンピュータ・システムの一例を示すブロック図。

【図4】半導体ディスク装置の概略構成を示す図。

【図5】クラスタ情報セクタの構成を示す図。

【図6】クラスタ情報セクタ以外のセクタ(データ・セクタ)の構成を示す図。

【図7】クラスタ情報セクタの初期値の設定を示す図。

【図8】クラスタ消去時のコントローラの動作を示すフローチャート。

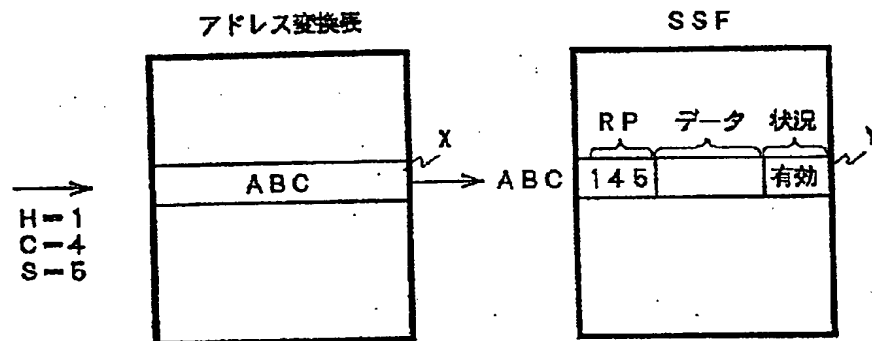
【図9】消去済みクラスタを初期設定するときのコントローラの動作を示すフローチャート。

【図10】アドレス変換表再構成時のコントローラの動作の一例を示すフローチャート。

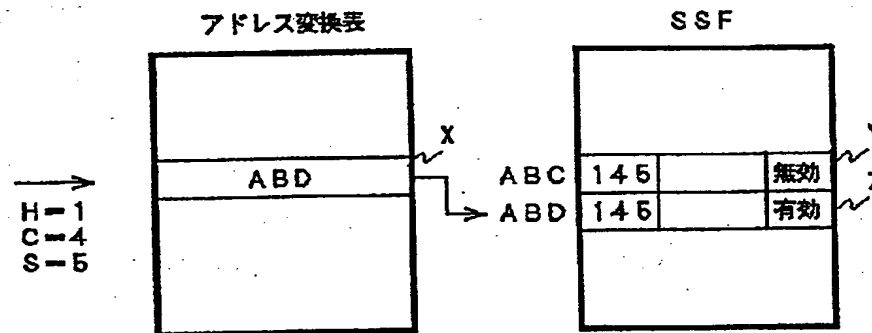
【図11】アドレス変換表と順序番号表の関係を示す図。

【図12】アドレス変換表再構成時のコントローラの動作の一例を示すフローチャート。

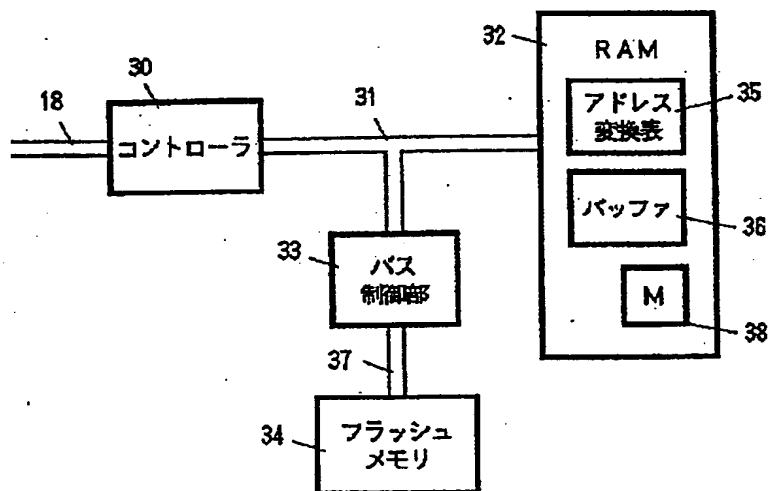
【図1】



【図2】



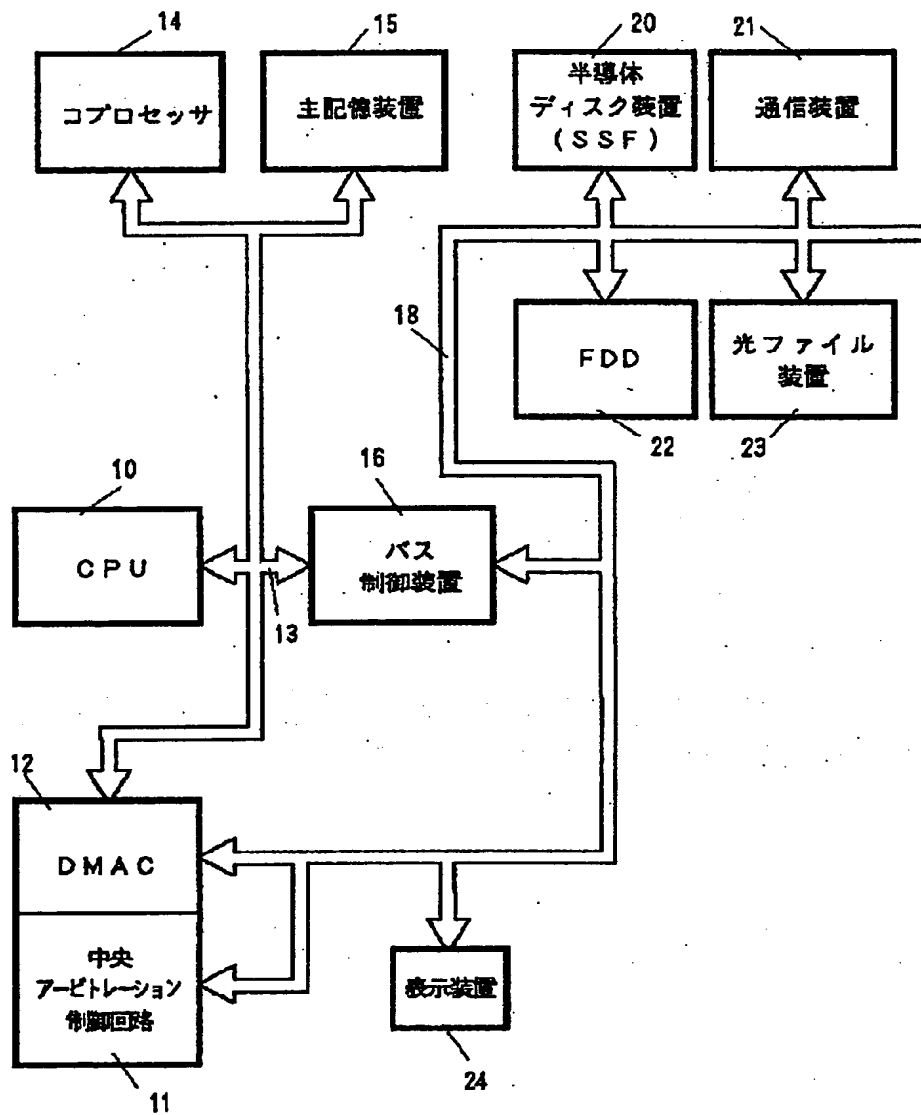
【図4】



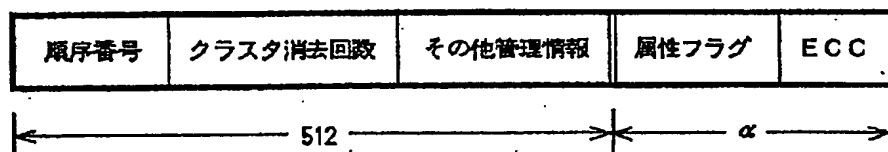
【図6】



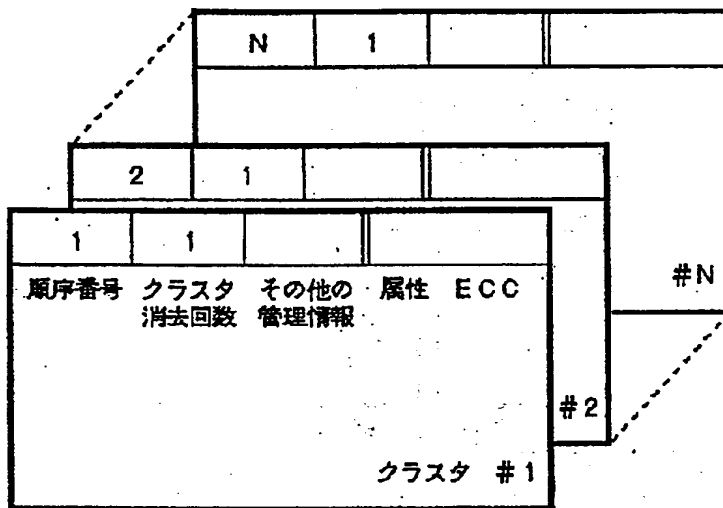
【図3】



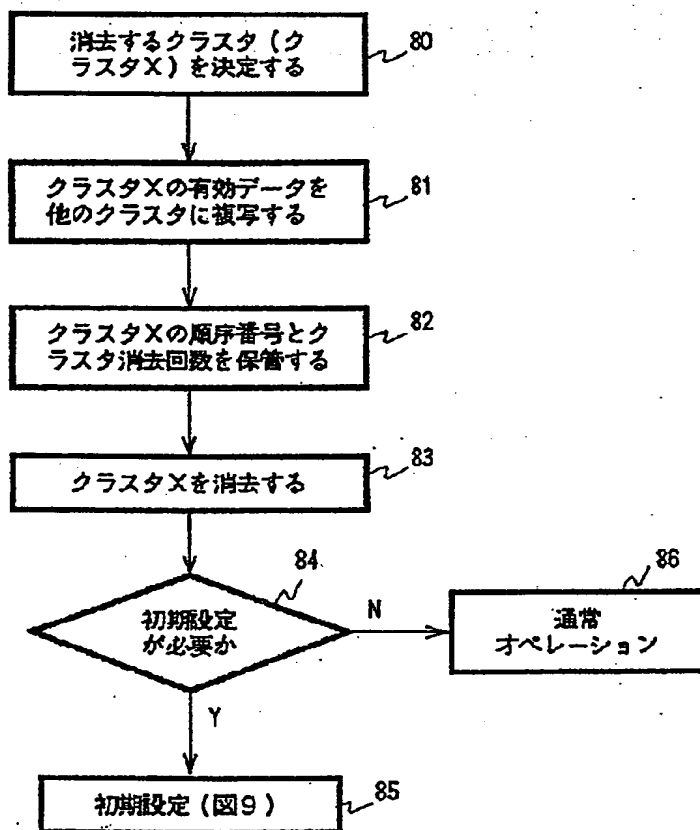
【図5】



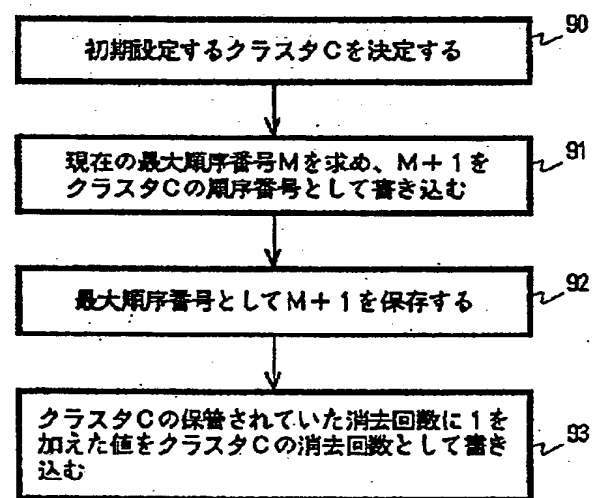
【図 7】



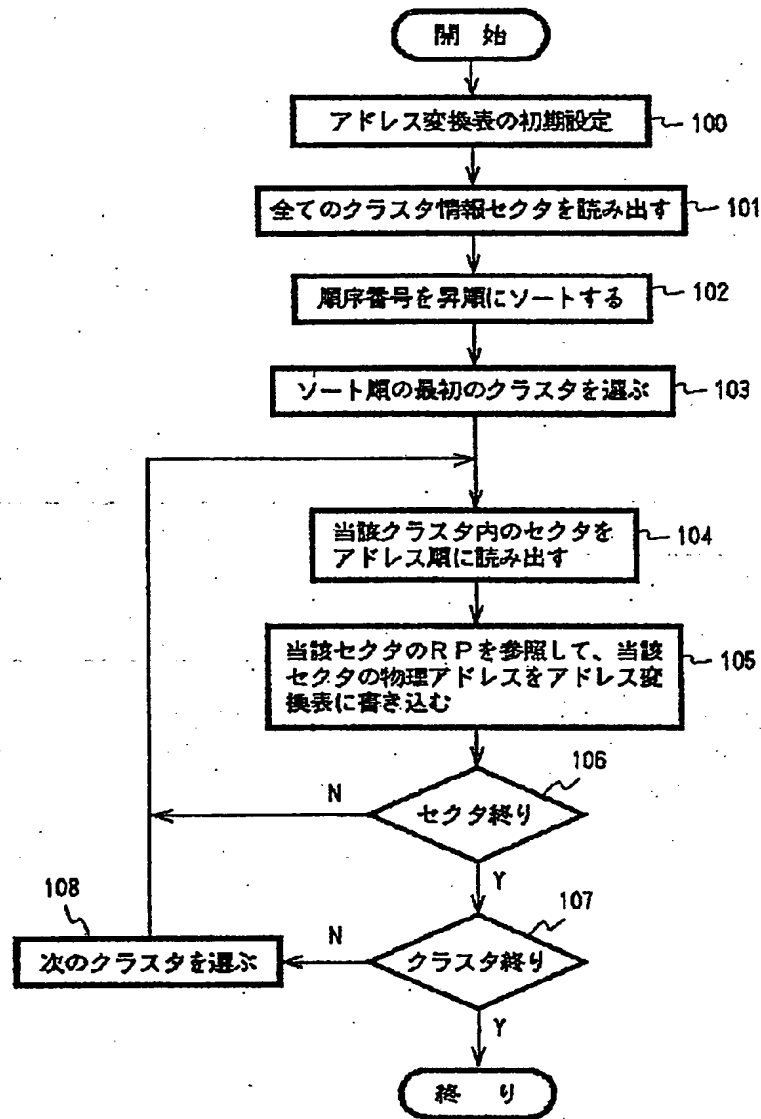
【図 8】



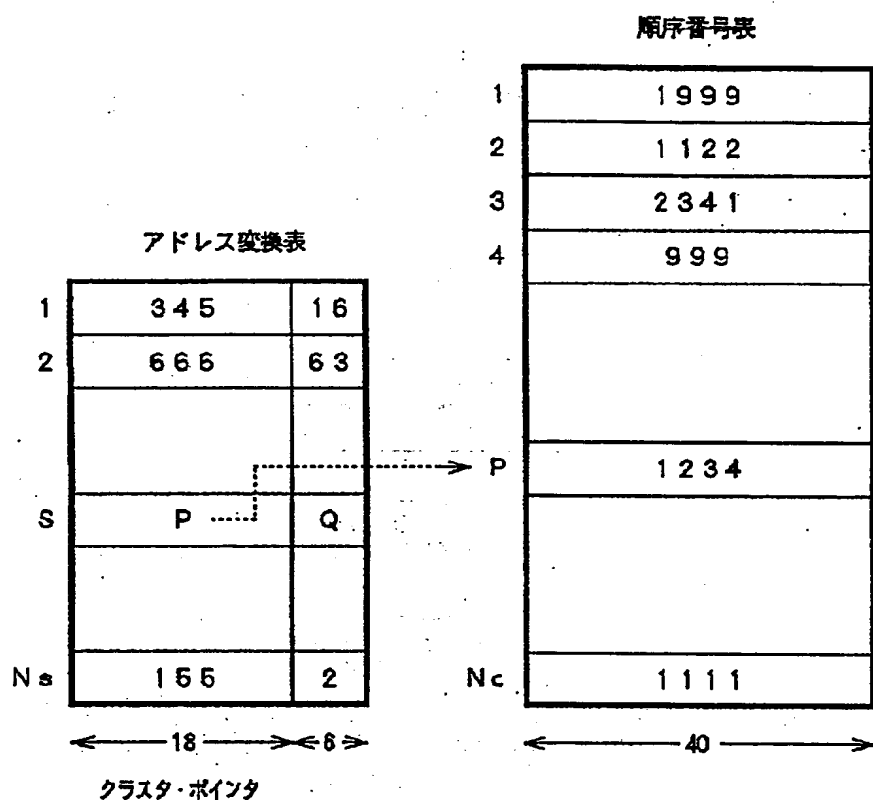
【図 9】



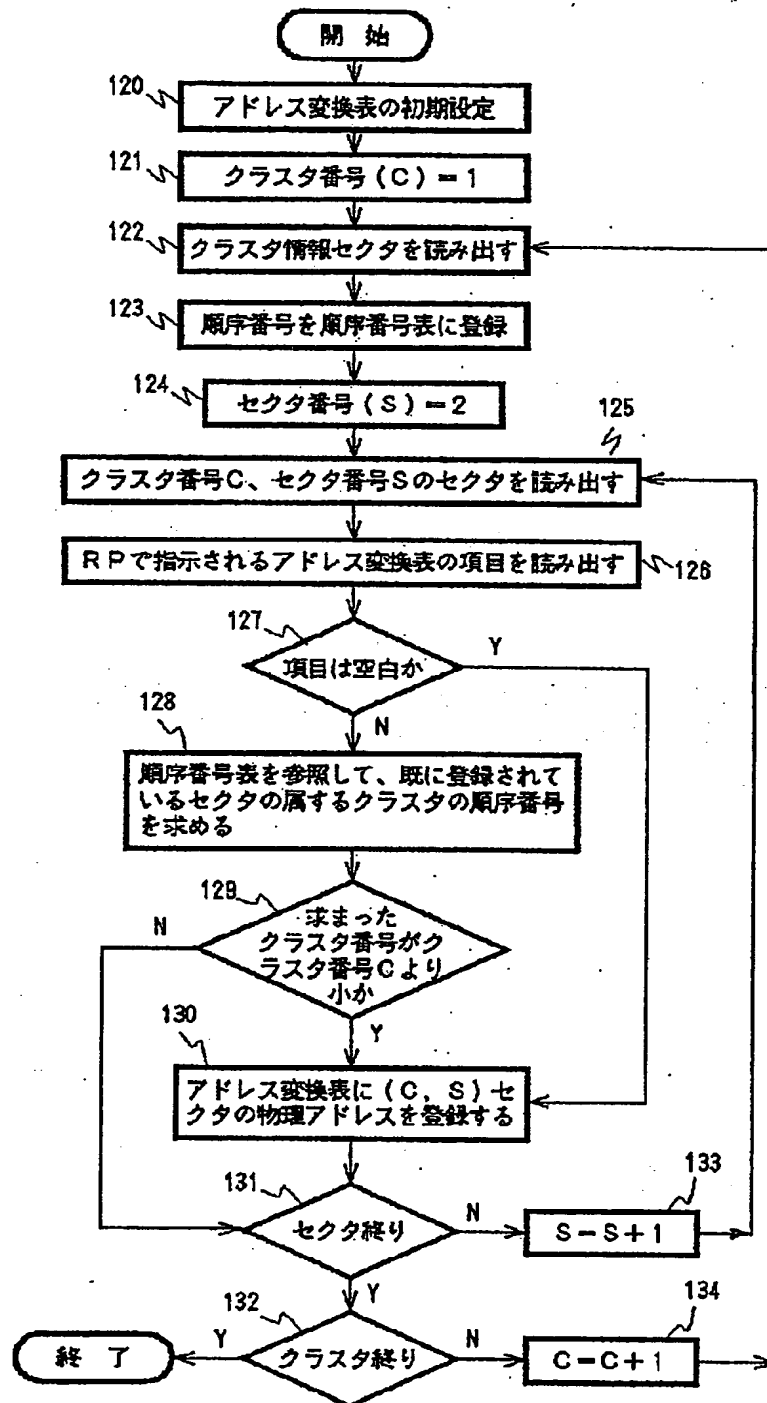
【図 1 0】



【図 1 1】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 浅野 秀夫

東京都千代田区三番町 5-19 日本アイ・

ビー・エム株式会社 東京基礎研究所内 50

(72)発明者 坂上 好功

東京都千代田区三番町 5-19 日本アイ・

ビー・エム株式会社 東京基礎研究所内

(72)発明者 豊岡 孝資
東京都千代田区三番町5-19 日本アイ
ビー・エム株式会社 東京基礎研究所内